

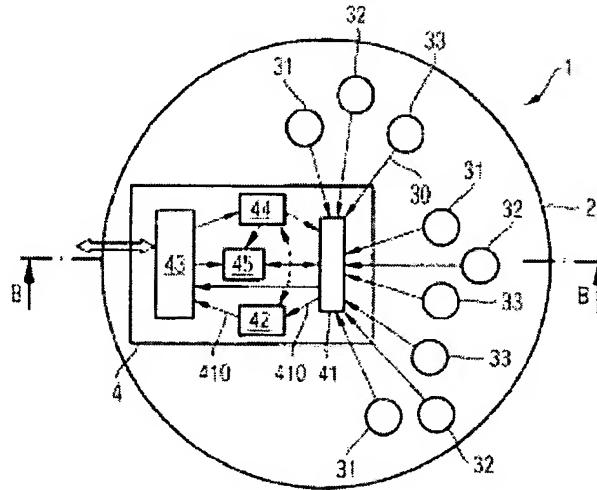
## **Detecting environmental or process parameters in process-wafer manufacturing environment for semiconductor integrated circuit manufacture, by exposing wafer comprising sensors to manufacturing environment**

**Patent number:** DE10314150  
**Publication date:** 2004-10-21  
**Inventor:** MARX ECKHARD (DE); HOCKE CHRISTOPH (DE)  
**Applicant:** INFINEON TECHNOLOGIES AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** H01L23/544; H01L21/66; H01L23/544; H01L21/66;  
(IPC1-7): H01L21/66; H02J17/00  
- **European:** H01L23/544T  
**Application number:** DE20031014150 20030328  
**Priority number(s):** DE20031014150 20030328

**Report a data error here**

## Abstract of DE10314150

By arranging sensors (31,32,33) on a carrier substrate (2), a sensor wafer (1) is provided which is compatible with the processor wafers for the manufacturing environment. The sensor wafer is exposed to the manufacturing environment in the manner of a process wafer. At least some of the sensors are formed as gas sensors. Independent claims are included for a sensor-wafer, and for a measuring device for detecting environmental and/or process parameters.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung von Umgebungs- und/oder Prozessparametern in einer Fertigungsumgebung für Prozesswafer zur Herstellung von integrierten Schaltkreisen, bei dem mindestens eine ein von mindestens einem Umgebungs- und/oder Prozessparameter abhängiges Messsignal erzeugende Sensoreinrichtung bereit gestellt wird und bei dem aus dem mindestens einem Messsignal abgeleitete Messdaten bezüglich der Umgebungs- und Prozessparameter in einer Auswerteeinrichtung ausgewertet werden. Die Erfindung betrifft ferner eine Messanordnung, die ein solches Verfahren ermöglicht.

**[0002]** Maßgebend für die Qualität von Halbleiterwafern bzw. von aus den Halbleiterwafern hergestellten integrierten Schaltkreisen ist die Kontrolle von Umgebungs- und Prozessbedingungen bzw. -parametern, denen der Halbleiterwafer im Zuge der Fertigung ausgesetzt ist. Von wesentlichem Interesse ist dabei insbesondere die Zusammensetzung einer Umgebungsatmosphäre bzw. ein Gehalt einer Umgebung des Halbleiterwafers an Stoffen, die zu einer Verunreinigung der Halbleiterwafer beitragen können (airborne molecular contamination, AMC). Während eine Zusammensetzung einer die Halbleiterwafer in einer Prozesskammer umgebenden Atmosphäre in der Regel gesteuert wird und dadurch mindestens bezüglich prozessrelevanter Parameter bekannt ist, sind Umgebungsparameter in Kleinstumgebungen (Minienvironments) außerhalb der eigentlichen Prozesskammern, etwa während einer Lagerungsphase, in einer Transportkassette oder in Zuführungs- und Schleusenkammern, sowie Verunreinigungen von Prozesskammern durch nicht prozessrelevante Stoffe nur in sehr aufwändiger Weise quantitativ und qualitativ erfassbar.

**[0003]** Ein Beispiel für eine derartige Kleinstumgebung ist eine Lager- und Transportkassette (z.B. front opening unified pod, FOUP oder semiconductor mechanical interface pod, SMIF-Pod). In einer solchen Transportkassette werden in der Regel eine Mehrzahl von Halbleiterwafern zwischen verschiedenen Fertigungsschritten an unterschiedlichen Fertigungsstationen wie CMP(chemical mechanical polishing)-, CVD (chemical vapour deposition)- oder RTP(rapid thermal processing)-Apparaturen verwahrt, bzw. zwischen den Fertigungsstationen bewegt. Dabei diffundieren beispielsweise Stoffe aus ersten Abschnitten der Halbleiterwafer aus und werden von zweiten Abschnitten der Halbleiterwafer absorbiert. Der in den zweiten Abschnitten aufgenommene Stoff kann in nachteiliger Weise als Verunreinigung wirken. Abhängig von der Art des Stoffes und der Stufe der Prozessierung der Halbleiterwafer reichen dabei schon geringste Stoffmengen im ppm- oder ppb-Bereich aus, um die Fertigungsqualität nachteilig zu beein-

flussen.

**[0004]** Bisher werden organische und anorganische Bestandteile einer Reinraum-, Kleinstumgebung- oder Prozesskammeratmosphäre mit hohem konstruktiven und analytischen Aufwand bestimmt. Dazu werden jeweils für jede Fertigungs- bzw. Prozessumgebung, für jede Zuführungs- und Schleusenkammer, bzw. für jeden Ort, an dem ein Halbleiterwafer innerhalb eines Fertigungsraums offen gelagert wird, geeignete Sensoren vorgesehen. In die unterschiedlichen Kleinstumgebungen sind die Sensoren dabei jeweils gasdicht einzubauen und zu verdrahten. Ein solcher Einbau ist, sofern er überhaupt technisch realisierbar ist, immer kostenträchtig.

**[0005]** Es sind auch verschiedene Messgeräte mit unterschiedlichen Messprinzipien für den mobilen Betrieb bekannt und verfügbar. Den Messgeräten zugeordnete Messsonden sind generell an den Messorten handisch zu installieren und bedürfen in der Regel einer Verkabelung zur Übertragung von Messwerten.

**[0006]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erfassung von Umgebungs- und/oder Prozessparametern in einer Fertigungsumgebung von Halbleiterwafern zur Verfügung zu stellen, mit dem die Bestimmung der Umgebungs- und/oder Prozessparameter in einfacher, universeller und kostengünstiger Weise möglich ist. Es ist ferner Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Messanordnung zur Verfügung zu stellen, die ein solches Verfahren ermöglicht.

**[0007]** Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 genannten Merkmale gelöst. Ein Sensorwafer als ein wesentlicher und eigenständiger Bestandteil einer die Aufgabe lösenden Messanordnung ist im Patentanspruch 16, die Messanordnung selbst im Patentanspruch 26 genannt. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich jeweils aus den Unteransprüchen.

**[0008]** Für das erfindungsgemäße Verfahren zur Erfassung von Umgebungs- und/oder Prozessparametern in einer Fertigungsumgebung für Prozesswafer zur Herstellung von integrierten Schaltkreise werden also zunächst Sensoreinrichtungen bereitgestellt. Die Sensoreinrichtungen sind in der Lage, Messsignale auszugeben, deren Eigenschaften wie Amplitude und/oder Frequenz jeweils von mindestens einem Umgebungs- oder Prozessparameter abhängen. Anhand von aus den Messsignalen abgeleiteten Messdaten werden die Umgebungs- und Prozessparameter in einer Auswerteeinrichtung ausgewertet.

**[0009]** Erfindungsgemäß werden nun die Sensoreinrichtungen auf einem Trägersubstrat in einer Wei-

se angeordnet, dass die Sensoreinrichtungen zusammen mit dem Trägersubstrat einen für die Fertigungsumgebung zu einem Prozesswafer kompatiblen Sensorwafer ausbilden. Anschließend wird der Sensorwafer im Zuge einer Exposition der Fertigungsumgebung in der Art eines Prozesswafers ausgesetzt. Der Sensorwafer ist bezüglich seiner Behandlung (Handling) innerhalb der Fertigungsumgebung zunächst nicht von einem Prozesswafer unterscheidbar.

**[0010]** Der Sensorwafer wird also innerhalb der Fertigungsumgebung in gleicher Weise behandelt wie ein Prozesswafer. Die Sensoreinrichtungen sind demnach nicht mehr lokal einzelnen Kleinstumgebungen zugeordnet, also fest in Transportkassetten, Schleusen-, Zufuhr- und Prozesskammern installiert, sondern werden einem Objekt zugeordnet, das die genannten Fertigungsstationen in gleicher Weise wie ein Prozesswafer durchläuft. Gegenüber herkömmlichen Verfahren entfällt die Notwendigkeit, die Sensoren in die verschiedensten Kleinstumgebungen zu installieren, da der Sensorwafer mit den zugeordneten Sensoreinrichtungen in der selben Art wie ein Prozesswafer jeder beliebigen Kleinstumgebung in der selben einfachen und zumeist automatisierten Art zugeführt wird.

**[0011]** Darüber hinaus sind die so gewonnenen Messergebnisse bezüglich ihres Aussagegehaltes und ihrer Bedeutung etwa für eine Bestimmung einer Kontamination von Prozesswafers von höherer Relevanz und Aussagekraft als anhand von fest in oder an den Kleinstumgebungen installierten Sensoren gewonnene Messdaten, da das Ziel einer solchen Messwerterfassung weniger die Bestimmung der Verhältnisse in den Kammern bzw. Kleinstumgebungen ist, als die Bestimmung deren tatsächlicher Einwirkung auf bzw. deren Aufnahme durch die Prozesswafer.

**[0012]** Die Sensoreinrichtungen werden also bevorzugt als Gassensoren ausgebildet, um eine Kontamination von Prozesswafers qualitativ und/oder quantitativ zu erfassen. Darüber hinaus kann aber auch das Vorsehen von Sensoreinrichtungen für physikalische Größen wie Druck und Temperatur sinnvoll sein, um eine Kontamination mit physikalischen Parametern zu korrelieren. Zusatzsysteme, wie etwa als jeweils in Nanotechnologie ausgeführte Minipumpen als Gas-Konzentratoren oder Nanogitterstrukturen als Filter, sind ebenfalls auf dem Sensorwafer adaptierbar bzw. implementierbar.

**[0013]** In der Regel wird auf dem Sensorwafer eine Mehrzahl unterschiedlicher Gassensoren unterschiedlicher Selektivität und unterschiedlicher Empfindlichkeit vorgesehen. Durch eine Mehrzahl gleichartiger Gassensoren, die auf der gesamten Oberfläche des Sensorwafers verteilt sind, kann auch eine

Abhängigkeit der Kontamination von einer Ortskoordinate auf einem Prozesswafer bestimmt werden.

**[0014]** Um eine Kompatibilität des Sensorwafers zu den Prozesswafers bezüglich von Aufnahmestellen von Transportkassetten, Bestückungsautomaten und Prozesskammern zu gewährleisten, wird das Trägersubstrat im Wesentlichen mit den selben geometrischen Abmessungen eines zugeordneten Typus von Prozesswafers vorgesehen. So wird typischerweise das Trägersubstrat als kreisförmige Scheibe mit einem Durchmesser vorgesehen, der dem Durchmesser der Prozesswafer, in der Regel 100 mm, 150 mm, 200 mm oder 300 mm, entspricht.

**[0015]** Auch die Dicke des Trägersubstrats wird äquivalent einer mittleren Dicke der Prozesswafer vorgesehen. Werden die Sensoreinrichtungen und weitere Komponenten auf der Oberfläche des Trägersubstrats angeordnet, so wird die Dicke des Trägersubstrats im Hinblick auf eine möglichst umfassende Kompatibilität und einen möglichst weit gehenden Anwendungsbereich des Sensorwafers in einer Fertigungsumgebung auf diese abgestimmt.

**[0016]** Neben den Sensoreinrichtungen wird auf dem Sensorwafer in bevorzugter Weise eine die Messsignale zu Messdaten konvertierende Konditioniereinheit vorgesehen. Die Konditioniereinheit kann sowohl im Trägersubstrat des Sensorwafers selbst ausgebildet oder nachträglich auf diesem montiert werden. Durch das Vorsehen einer Konditioniereinheit werden eine Speicherung und eine Übertragung der den Messsignalen innewohnenden Information vereinfacht.

**[0017]** So wird in weiter bevorzugter Weise auf dem Sensorwafer eine Datenspeichereinheit vorgesehen, in der die während der Exposition erfassten Messdaten binär abgespeichert werden. Mit einer solchen Datenloggerfunktion wird die Messwerterfassung weiter vereinfacht. Auf diese Weise wird beispielsweise eine Langzeittatenerfassung ermöglicht. Dazu wird in einer Charge von Prozesswafers ein Prozesswafer durch einen Sensorwafer ersetzt. Anschließend durchläuft der Sensorwafer mit Ausnahme der eigentlichen Prozessierschritte die selben Fertigungsstationen wie die ihm zugeordneten Prozesswafer der selben Charge. Dabei werden durch die Sensoreinrichtungen des Sensorwafers laufend die Umgebungsparameter und, wenn möglich, mindestens ein Teil der Fertigungsparameter erfasst und abgespeichert. Am Ende einer Prozessierung der Charge von Prozesswafers werden die Messdaten aus der Datenspeichereinheit des Sensorwafers ausgelesen. Es kann nun anhand der Messdaten festgestellt werden, an welchen Fertigungs- oder Transportstationen die Prozesswafer welcher Art von Kontamination ausgesetzt waren.

**[0018]** Zum Auslesen der Messdaten aus der Datenspeichereinheit kann etwa ein auswechselbarer Datenspeicher vorgesehen werden. Bevorzugt wird aber auf dem Sensorwafer eine Schnittstelleneinheit vorgesehen, mit der die Messdaten zur Auswerteeinrichtung übertragen werden. Die Übertragung kann an eine Verdrahtung gebunden sein. Bevorzugt erfolgt die Übertragung der Messdaten aber drahtlos.

**[0019]** Die Messdaten können zum einen nach der Exposition von der Datenspeichereinheit zur Auswerteeinrichtung übertragen werden. Sie können alternativ oder ergänzend dazu auch bereits während der Exposition laufend übertragen werden.

**[0020]** Letzteres ist insbesondere im Zusammenhang mit einer Kontroll- oder Alarmfunktion der Sensorwafer vorteilhaft. Dazu werden für die vom Sensorwafer erfassten Umgebungs- und/oder Prozessparameter jeweils durch Grenzwerte beschränkte zulässige Bereiche definiert. Im Falle einer Grenzwertverletzung ist dann die unmittelbare Übertragung eines die Grenzwertverletzung signalisierenden Warnsignals möglich.

**[0021]** Auf dem Sensorwafer angeordnete elektronische Schaltkreise, wie etwa die Konditioniereinheit, die Datenspeichereinheit, die Steuereinheit oder die Schnittstelleneinheit werden während des Betriebs aus einer Spannungsversorgungseinheit versorgt. Eine geeignete Spannungsversorgungseinheit ist beispielsweise eine Batterie, ein Akkumulator oder ein Kondensator hoher Kapazität. In bevorzugter Weise wird eine wiederaufladbare Spannungsversorgungseinheit vorgesehen, die regelmäßig oder bei Bedarf über ein elektrisches, ein magnetisches oder ein elektromagnetisches Feld, das jeweils von einer Logstation erzeugt wird, aufgeladen wird.

**[0022]** Zusammen mit der drahtlosen Übertragung der Messdaten wird so ein einfacher und universeller Einsatz der Sensorwafer ermöglicht.

**[0023]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Kombination von Prozesswafers innerhalb einer Transportkassette durch sich selbst oder durch weitere in der Transportkassette angeordnete Prozesswafers bestimmt, indem der Sensorwafer anstelle eines Prozesswafers in der Transportkassette angeordnet wird und die mittels des Sensorwafers erfassten Messdaten ausgewertet werden.

**[0024]** Lokale Zentren für eine Kontamination in einem Fertigungsraum können in vergleichbar einfacher Weise allein dadurch ermittelt werden, dass ein Sensorwafer etwa innerhalb einer geöffneten Transportkassette durch den Fertigungsraum, etwa einen Reinraum, gefahren wird.

**[0025]** Mit dem Sensorwafer ist auch die Bestimmung von Bestandteilen einer Atmosphäre innerhalb einer Prozesskammer möglich, indem der Sensorwafer in der Art eines Prozesswafers in die Prozesskammer verbracht wird. Insbesondere bei Prozesskammern, die weder evakuiert noch gespült werden, kann eine Bestimmung von in der Kammer vorhandenen Bestandteilen vor oder nach einer in der Prozesskammer ausgeführten Prozessierung sinnvoll sein, insbesondere dann, wenn durch eine in der Prozesskammer vorhandene Sensorik nicht alle mit dem Sensorwafer erfassbaren Bestandteile bestimmbar sind.

**[0026]** Auf ähnliche Weise ist eine Kalibrierung einer fest in einer Prozesskammer installierter Sensorik mittels einer Gegenmessung mit Hilfe eines Sensorwafers möglich.

**[0027]** Ein erfindungsgemäßer Sensorwafer zur Erfassung von Umgebungs- und/oder Prozessparametern in der Fertigungsumgebung von Prozesswafers, in denen integrierte Schaltkreise ausgebildet werden, umfasst also mindestens eine Sensoreinrichtung die in Abhängigkeit von mindestens einem Umgebungs- und/oder Prozessparameter ein Messsignal erzeugt und ein Trägersubstrat, das zur Aufnahme der mindestens einen Sensoreinrichtung geeignet ist. Erfindungsgemäß werden nun die geometrischen Abmessungen des Trägersubstrats so gewählt, dass das Trägersubstrat und die mindestens eine Sensoreinrichtung einen für die Fertigungsumgebung zu einem Prozesswafer kompatiblen Sensorwafer ausbilden.

**[0028]** Als Sensoreinrichtungen sind bevorzugt Gassensoren vorgesehen. Bevorzugt ist dabei eine Mehrzahl unterschiedlicher Gassensoren unterschiedlicher Selektivität und/oder unterschiedlicher Empfindlichkeit an verschiedenen Stellen des Sensorwafers angeordnet, so dass auch eine Ortsabhängigkeit oder ein Konzentrationsgradient der zu erfassenden Messgröße auf einem Prozesswafer bestimmbar ist.

**[0029]** Zusätzliche Sensoren für physikalische Größen wie Temperatursensoren und/oder Drucksensoren können ebenfalls an verschiedenen Stellen des Sensorwafers angeordnet sein, um eine Ortsabhängigkeit einer Temperatur, bzw. einer Temperaturkompensation oder einer mechanischen Belastung des Sensorwafers zu ermitteln.

**[0030]** Das Trägersubstrat weist im Wesentlichen die geometrischen Abmessungen eines Prozesswafers auf, wodurch er für die Fertigungsumgebung nicht von einem solchen unterscheidbar ist. Das Trägersubstrat ist also bevorzugt als kreisförmige Scheibe mit einem Durchmesser von 100 mm, 150 mm, 200 mm oder 300 mm ausgeführt.

[0031] Die Dicke des Trägersubstrats entspricht einer mittleren Dicke der Prozesswafer.

[0032] Bevorzugt weist der Sensorwafer eine die Messsignale zu Messdaten konvertierende Konditioniereinheit auf. In weiter bevorzugter Weise ist auf dem Sensorwafer eine die Messdaten speichernde Datenspeichereinheit vorgesehen.

[0033] In vorteilhafter Weise weist der Sensorwafer eine die Messdaten zu einer Auswerteeinrichtung übertragende Schnittstelleneinheit sowie eine Steuereinheit zur Steuerung eines Messablaufs mittels eines in der Steuereinheit hinterlegten Messprogramms und/oder der Messdaten auf.

[0034] Eine erfindungsgemäße Messanordnung zur Erfassung von Umgebungs- und/oder Prozessparametern in einer Fertigungsumgebung für Prozesswafer zur Herstellung von integrierten Schaltkreisen umfasst eine Sensoreinrichtung, die ein von mindestens einem Umgebungs- und/oder Prozessparameter abhängiges Messsignal erzeugt, sowie eine Auswerteeinrichtung zur Auswertung von aus den Messsignalen abgeleiteten Messdaten. Erfindungsgemäß sind bei einer solchen Messanordnung die Sensoreinrichtungen auf einem Sensorwafer wie oben beschrieben angeordnet.

[0035] Eine Übertragung der Messdaten vom Sensorwafer zur Auswerteeinrichtung erfolgt etwa mittels Verbindungsleitungen, wobei der Sensorwafer Kontaktanordnungen aufweist und Gegenkontakte zu den Kontaktanordnungen beispielsweise in Waferauflagen bzw. Waferhalterungen der Transportkassetten vorgesehen sind. In ähnlicher Weise erfolgt die Übertragung der Messdaten von den Transportkassetten zu einer Logstation.

[0036] In bevorzugter Weise erfolgt die Übertragung der Messdaten vom Sensorwafer zur Auswerteeinrichtung mindestens teilweise drahtlos. Die Messdaten werden dabei an der Logstation drahtlos entweder direkt vom Sensorwafer oder von der Transportkassette zur Logstation übertragen und von der Logstation zur Auswerteeinrichtung übermittelt.

[0037] Die Logstation wird in einer Weise ausgebildet, die zur Übertragung von Energie mittels eines elektrischen, magnetischen und/oder elektromagnetischen Feldes oder über Verbindungsleitungen in für einen mindestens zeitweisen Betrieb des Sensorwafers ausreichenden Umfang geeignet ist.

[0038] Eine solche Messanordnung ermöglicht also beispielsweise ein Monitoring von Ausgasungen in geschlossenen Transportkassetten. Durch das Monitoring von Ausgasungen in Fertigungsmaschinen ist zudem eine Optimierung von Wartezeiten möglich. Wartezeiten sind zwischen einzelnen Schritten nötig,

um Kontaminationen gering zu halten bzw. auszuschließen. Die Überwachung der Atmosphäre in einem Reinraum ist als Transportfahrt mit geöffneten Transportkassetten in einfacher Weise realisierbar. Die Atmosphäre in Kleinstumgebungen, Prozesskammern, Schleusenkammern und ähnlichen ist auf einfache und universelle Weise mit identischen Mitteln möglich.

[0039] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Dabei sind einander äquivalenten Komponenten gleiche Bezeichnungen zugeordnet. Es zeigen:

[0040] Fig. 1 eine schematische Draufsicht und einen schematischen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Sensorwafer,

[0041] Fig. 2 einen schematischen Querschnitt durch eine Transportkassette an einer Logstation und

[0042] Fig. 3 eine schematische Darstellung verschiedener Messorte.

[0043] Der in der Fig. 1 dargestellte Sensorwafer weist drei Gruppen von Gassensoren 31, 32, 33 auf. Die von den Gassensoren 31, 32, 33 erzeugten und durch Umgebungs- und/oder Prozessparameter modulierten Messsignale 30 werden zu einer Konditioniereinheit 41 übertragen. In der Konditioniereinheit 41 werden aus den Messsignalen 30 Messdaten 410 gebildet. Die Messdaten 410 werden entweder direkt an eine Schnittstelleneinheit 43 übertragen oder in einer Datenspeichereinheit 42 zwischengespeichert und aus der Datenspeichereinheit zur Schnittstelleneinheit 43 übertragen. Eine Steuereinheit 45 steuert einen Messablauf, also das Erfassen der Messsignale 30, bzw. Messdaten 410, auf Grundlage eines in der Steuereinheit 45 hinterlegten Messprogramms und/oder in Abhängigkeit der Messdaten 410. Insbesondere werden durch die Steuereinheit 45 Messzeiten bestimmt und Triggerbedingungen festgelegt. Die Schnittstelleneinheit 43 ist zur drahtlosen Datenübertragung geeignet. Darüber hinaus wird über die Schnittstelleneinheit 43 aus einem elektromagnetischen Feld elektrische Energie gewonnen und in einer Spannungsversorgungseinheit 44 zwischengespeichert. Aus der Spannungsversorgungseinheit 44 werden die Konditioniereinheit 41, die Datenspeichereinheit 42, die Schnittstelleneinheit 43 und die Steuereinheit 45 versorgt. Die Konditioniereinheit 41, die Datenspeichereinheit 42, die Schnittstelleneinheit 43, die Steuereinheit 45 und die Spannungsversorgungseinheit 44 bilden eine Steuervorrichtung 4 des Sensorwafers 1 aus.

[0044] Die Gassensoren 31, 32, 33 sowie die Steuervorrichtung 4 sind in diesem Ausführungsbeispiel auf dem Trägersubstrat 2 angeordnet, beispielsweise aufgeklebt. Die Steuervorrichtung 4 kann jedoch

auch innerhalb des Trägersubstrats 2 des Sensorwafers 1 ausgebildet werden. In gleicher Weise sind auch die Gassensoren 31, 32, 33 oder weitere Sensoreinrichtungen mindestens teilweise im Trägersubstrat 2 selbst realisierbar. Abschnitte des Sensorwafers 1, die zu einer Verunreinigung der Umgebung des Sensorwafers 1 beitragen können, sind mit einer Beschichtung 21 abgedeckt.

**[0045]** In der **Fig. 2** ist eine Transportkassette 81 dargestellt, in der drei Prozesswafer 9 sowie ein Sensorwafer 1 angeordnet sind. Eine auf einem Trägersubstrat 2 des Sensorwafers 1 angeordnete Steuervorrichtung 4 überträgt Daten drahtlos und/oder über Verbindungsleitungen 72 zu einer Logstation 7. Die Logstation 7 ist ihrerseits mit einer Auswerteeinrichtung 71 verbunden, in der die Messdaten ausgewertet werden. Die Logstation 7 überträgt ferner drahtlos oder über die Verbindungsleitungen 72 Energie zur Steuervorrichtung 4. Der Sensorwafer 1 ist in der Transportkassette 81 in einer für einen Prozesswafer 9 geeigneten Waferaufnahme angeordnet.

**[0046]** Der **Fig. 3** sind unterschiedliche Messorte 10 bis 16 zu entnehmen, an denen mittels eines einzigen Sensorwafers Umgebungsparameter und bis zu einem gewissen Grade auch Fertigungsparameter erfasst werden können. In einem Fertigungsraum 80 ist eine typische Fertigungsapparatur für die Halbleiterfertigung installiert. Prozesswafer und Sensorwafer werden der Fertigungsapparatur mittels Transportkassetten 81 zugeführt. Ein Bestückungsautomat entnimmt den Transportkassetten 81 die Prozesswafer bzw. Sensorwafer und führt sie einer Schleusenkammer 83 zu. Zwischen der Transportkassette 81 und der Schleusenkammer 83 befinden sich die Prozess- bzw. Sensorwafer in einer Zuführkammer 82 des Bestückungsautomaten. Aus der Schleusenkammer 83 gelangen die Prozess- bzw. Sensorwafer zunächst in eine weitere Verteilerkammer 84, von der aus sie in die eigentlichen Prozesskammern 85 befördert werden. Eine solche Fertigungsapparatur ist in einer Weise programmierbar, dass jeder ihr zugeführter Wafer eine eigene Prozessierung erfährt. Für Sensorwafer, die in der Regel in den Prozesskammern 85 keiner Prozessierung unterworfen werden sollen, kann eine Prozessierung ohne weiteres komplett ausgeblendet werden.

**[0047]** Eine Messfahrt eines Sensorwafers zur Ermittlung der Umgebungsparameter für Prozesswafer kann beispielsweise in der Weise erfolgen, dass der Sensorwafer zunächst am Messort 10 der Atmosphäre des Fertigungsraums 80 ausgesetzt wird. Danach wird der Sensorwafer 11 in der Art eines Prozesswafers in eine Transportkassette 81 verbracht. Durch den Bestückungsautomaten der Fertigungsapparatur passiert der Sensorwafer auf dem Weg zur Schleusenkammer 83 den Messort 12.

**[0048]** Am Messort 13 erfasst der Sensorwafer die stoffliche Zusammensetzung der Atmosphäre der Schleusenkammer 83. Es folgen in gleicher Weise die Messorte 14 und 15 zur Bestimmung der stofflichen Bestandteile der Atmosphäre in der Verteilerkammer 84 und der eigentlichen Prozesskammer 85. Eine Bestimmung von Prozessparametern innerhalb der Prozesskammer 85 am Messort 15 kann dann erfolgen, wenn der in der Prozesskammer 85 für Prozesswafer ablaufende Prozess der Funktionsfähigkeit des Sensorwafers nicht abträglich ist.

**[0049]** An einer Logstation 7 werden die während der Messfahrt erfassten Messdaten an einem der Logstation 7 zugeordneten Ausgabeort 17 aus dem Sensorwafer ausgelesen.

#### Bezugszeichenliste

|       |                             |
|-------|-----------------------------|
| 1     | Sensorwafer                 |
| 10-15 | Messort                     |
| 17    | Ausgabeort                  |
| 2     | Trägersubstrat              |
| 21    | Beschichtung                |
| 30    | Messsignal                  |
| 31    | Gassensor                   |
| 32    | Gassensor                   |
| 33    | Gassensor                   |
| 4     | Steuervorrichtung           |
| 41    | Konditioniereinheit         |
| 410   | Messdaten                   |
| 42    | Datenspeichereinheit        |
| 43    | Schnittstelleneinheit       |
| 44    | Spannungsversorgungseinheit |
| 45    | Steuereinheit               |
| 440   | Versorgungspfad             |
| 7     | Logstation                  |
| 71    | Auswerteeinrichtung         |
| 72    | Verbindungsleitungen        |
| 80    | Fertigungsraum              |
| 81    | Transportkassette           |
| 82    | Zuführkammer                |
| 83    | Schleusenkammer             |
| 84    | Verteilerkammer             |
| 85    | Prozesskammer               |
| 9     | Prozesswafer                |

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung von Umgebungs- und/oder Prozessparametern in einer Fertigungsumgebung für Prozesswafer (9) zur Herstellung von integrierten Schaltkreisen, bei dem
  - mindestens eine ein von mindestens einem Umgebungs- und/oder Prozessparameter abhängiges Messsignal (30) erzeugende Sensoreinrichtung (31, 32, 33) bereit gestellt wird und
  - aus dem mindestens einem Messsignal (30) abgeleitete Messdaten (410) bezüglich der Umgebungs- und/oder Prozessparameter in einer Auswerteein-

richtung (71) ausgewertet werden,  
dadurch gekennzeichnet, dass

- durch Anordnung der Sensoreinrichtung (31, 32, 33) auf einem Trägersubstrat (2) ein mit den Prozesswafern (9) für die Fertigungsumgebung kompatibler Sensorwafer (1) bereit gestellt wird und
- der Sensorwafer (1) während einer Exposition der Fertigungsumgebung in der Art eines Prozesswafers (9) ausgesetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil der Sensoreinrichtungen jeweils als Gassensoren (31, 32, 33) ausgebildet wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensorwafer (1) mit einer Mehrzahl unterschiedlicher Gassensoren (31, 32, 33) unterschiedlicher Selektivität und/oder unterschiedlicher Empfindlichkeit vorgesehen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (2) mit im Wesentlichen den geometrischen Abmessungen eines Prozesswafers (9) vorgesehen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensorwafer (1) mit einer die Messsignale (30) zu Messdaten (410) konvertierenden Konditioniereinheit (41) vorgesehen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensorwafer (1) mit einer Datenspeichereinheit (42) vorgesehen wird und während der Exposition erzeugte Messdaten (410) in der Datenspeichereinheit (42) gespeichert werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensorwafer (1) mit einer Schnittstelleneinheit (43) vorgesehen wird und die Messdaten (410) über die Schnittstelleneinheit (43) zur Auswerteeinrichtung (71) übertragen werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Messdaten (410) während der Exposition zur Auswerteeinrichtung (71) übertragen werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass für die Umgebungs- und Prozessparameter jeweils durch Grenzwerte beschränkte zulässige Bereiche definiert werden und im Falle eines Über- oder Unterschreitens von Grenzwerten während der Exposition ein eine Grenzwertverletzung bezeichnendes Überwachungssignal übertragen wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Messdaten (410) nach der Exposition von der Datenspeichereinheit (42) zur Auswerteeinrichtung (71) übertragen werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass Energie in einem für einen mindestens zeitweisen Betrieb des Sensorwafers (1) ausreichenden Umfang über ein elektrisches, magnetisches und/oder elektromagnetisches Feld zum Sensorwafer (1) übertragen wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass Energie in einem für einen mindestens zeitweisen Betrieb des Sensorwafers (1) ausreichenden Umfang über Verbindungsleitungen (72) zum Sensorwafer (1) übertragen wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensorwafer (1) zur Exposition zusammen mit mindestens einem Prozesswafer (9) in einer Transportkassette (81) angeordnet wird und mittels des Sensorwafers (1) eine Kontamination der Transportkassette (81) durch in der Transportkassette (81) angeordnete Prozesswafer (9) erfasst wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensorwafer (1) zur Exposition in einer Transportkassette (81) angeordnet wird und eine ortsabhängige Kontamination eines Fertigungsraums (80) durch eine Transportfahrt der geöffneten Transportkassette (81) durch den Fertigungsraum (80) erfasst wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensorwafer (1) zur Exposition in einer mit einer Sensorik ausgestattete Kleinstumgebung (81, 82, 83, 84, 85) verbracht wird und die Sensorik der Kleinstumgebung (81, 82, 83, 84, 85) anhand der vom Sensorwafer (1) erfassten Messdaten (410) kalibriert wird.

16. Sensorwafer zur Erfassung von Umgebungs- und/oder Prozessparametern in einer Fertigungsumgebung für Prozesswafer (9) zur Herstellung von integrierten Schaltkreisen, umfassend

- mindestens eine ein von mindestens einem Umgebungs- und/oder Prozessparameter abhängiges Messsignal (30) erzeugende Sensoreinrichtung (31, 32, 33) und
- ein Trägersubstrat (2) zur Aufnahme der mindestens einer Sensoreinrichtung (31, 32, 33), dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (2) und die mindestens eine Sensoreinrichtung (31, 32, 33) zu einem für die Fertigungsumgebung zu den Prozesswafers (9) kompatiblen Sensorwafer (1) angeordnet sind.

17. Sensorwafer nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl von Gassensoren (31, 32, 33) als Sensoreinrichtungen.

18. Sensorwafer nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Sensorwafer (1) eine Mehrzahl unterschiedlicher Gassensoren (31, 32, 33) unterschiedlicher Selektivität und/oder unterschiedlicher Empfindlichkeit angeordnet sind.

19. Sensorwafer nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (2) im Wesentlichen die geometrischen Abmessungen eines Prozesswafers (8) aufweist.

20. Sensorwafer nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (2) eine kreisförmige Scheibe mit dem Durchmesser der Prozesswafer (9) ist.

21. Sensorwafer nach einem der Ansprüche 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (2) im Wesentlichen eine mittlere Dicke eines Prozesswafers (9) aufweist.

22. Sensorwafer nach einem der Ansprüche 16 bis 21, gekennzeichnet durch eine die Messsignale (30) zu Messdaten (410) konvertierende Konditioniereinheit (41).

23. Sensorwafer nach Anspruch 22, gekennzeichnet durch eine die Messdaten (410) speichern-de Datenspeichereinheit (42).

24. Sensorwafer nach einem der Ansprüche 22 oder 23, gekennzeichnet durch eine einen Messablauf anhand eines Messprogramms und/oder in Abhängigkeit der Messdaten (410) steuernde Steuer-einheit (45).

25. Sensorwafer nach einem der Ansprüche 22 bis 24, gekennzeichnet durch eine die Messdaten (410) zu einer Auswerteeinrichtung (71) übertragen-den Schnittstelleneinheit (43).

26. Messanordnung zur Erfassung von Umgebungs- und/oder Prozessparametern in einer Fertigungsumgebung für Prozesswafer (9) zur Herstellung von integrierten Schaltkreisen, umfassend  
 – mindestens eine ein von mindestens einem Umgebungs- und/oder Prozessparameter abhängiges Messsignal (30) erzeugende Sensoreinrichtung (31, 32, 33) und  
 – eine Auswerteeinrichtung (71) zur Auswertung von aus den Messsignalen (30) abgeleiteten Messdaten (410)  
 dadurch gekennzeichnet, dass  
 die mindestens eine Sensoreinrichtung (31, 32, 33)  
 auf einem Sensorwafer (1) nach einem der Ansprü-

che 16 bis 25 angeordnet ist.

27. Messanordnung nach Anspruch 26, gekennzeichnet durch eine mit der Auswerteeinrichtung (71) verbundene Logstation (7) zum Empfang der Messdaten (410) vom Sensorwafer (1).

28. Messanordnung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Logstation (7) zum drahtlosen Empfang der Messdaten (410) vom Sensorwafer (1) geeignet ist.

29. Messanordnung nach einem der Ansprüche 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Logstation (71) zur Übertragung von Energie zum Sensorwafer (1) in einem für einen mindestens zeitweisen Betrieb des Sensorwafers (1) ausreichenden Umfang geeignet ist.

30. Messanordnung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Logstation (71) zur Übertragung von Energie mittels eines elektrischen, magnetischen und/oder elektromagnetischen Feldes geeignet ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG 1

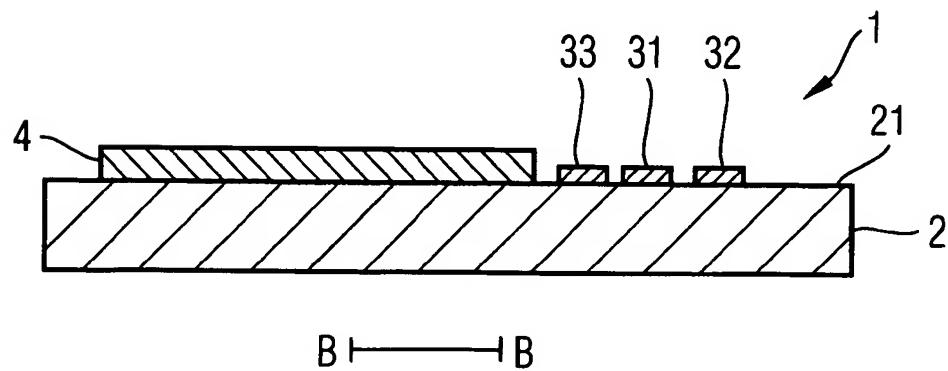
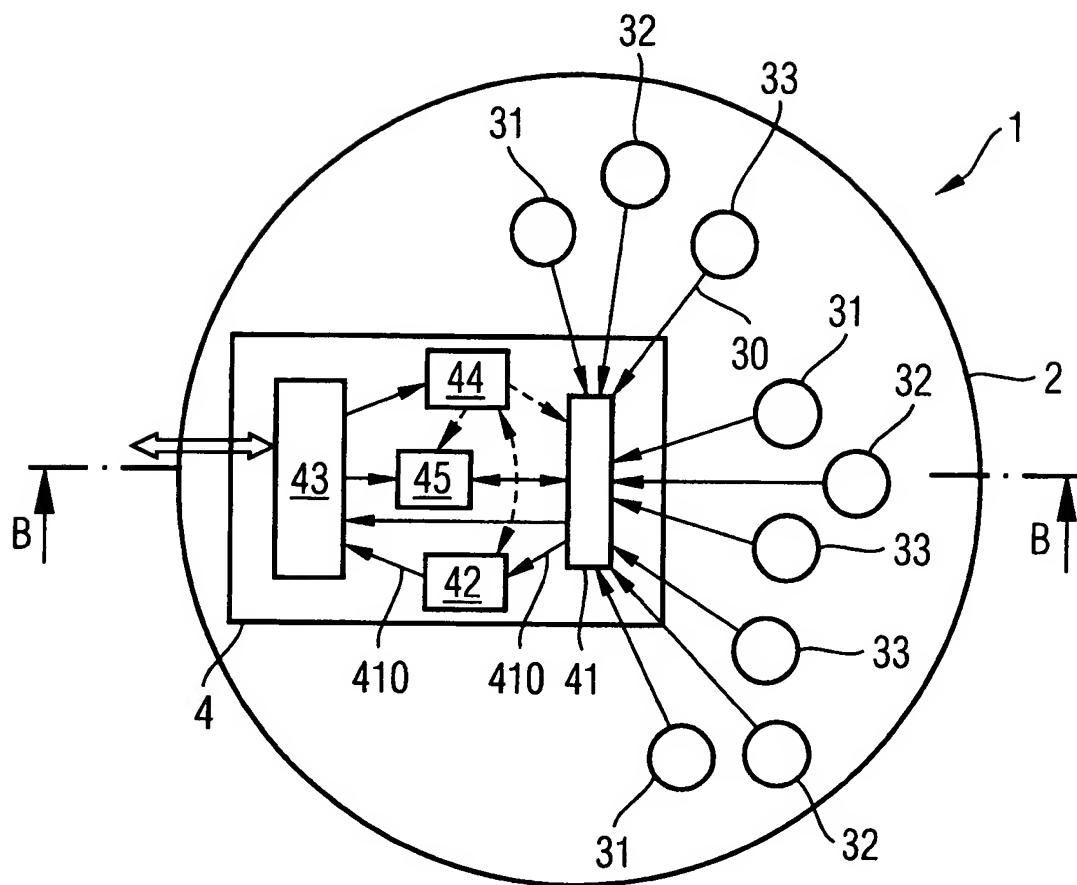


FIG 2

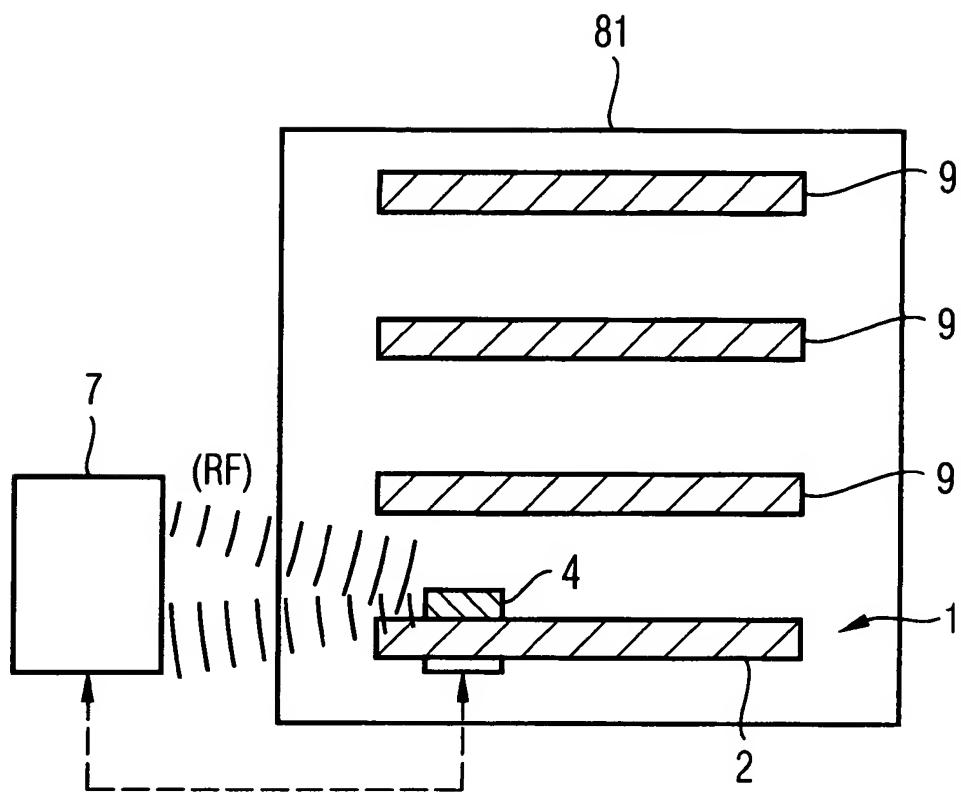


FIG 3

